Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über die Natur der sarmatischen Stufe und deren Analoga in der Jetztzeit und in früheren geologischen Epochen.

Von **Th. Fuchs.**

(Vorgelegt in der Sitzung vom 1. März 1877.)

Nach den zahlreichen Arbeiten, welche im Verlaufe der letzten Jahre über die sogenannte „sarmatische Stufe" des südöstlichen Europas erschienen sind, unter denen ich nur auf diejenigen von Suess, Barbot, Hörnes, Hochstetter, Sinzow, Karrer u. a. hinweisen will, darf wohl vorausgesetzt werden, dass die Eigenthümlichkeit dieser in jeder Beziehung so abweichenden und abnormen Formation auch in weiteren Kreisen bekannt ist.[1]

Umsomehr hat es mich daher Wunder genommen, dass bisher so vollkommen übersehen werden konnte, dass bereits in früheren geologischen Epochen eine Reihe von Formationen vorkommt, welche sowohl in Bezug auf ihre Verbreitung, als den Charakter ihrer Fauna, die Beschaffenheit ihres Sedimentes und ihr Verhalten zu anderen normalen Ablagerungen auf das vollständigste mit der sarmatischen Stufe übereinstimmt, und

---

[1] Ich führe zur Orientirung folgende Quellen speciell an:

Hommaire de Hell. Les steppes de la mer caspienne. Paris 1844. (Paléontologie par D'Orbigny.)

Murchison. Geologie des europäischen Russlands. Stuttgart 1848.

Steindachner. Beiträge zur fossilen Fischfauna Osterreichs (Sitzbr. Wiener Akad. 1859. p. 673.) [Fische des Hernalser Tegels.]

Barbot de Marny. Beschreibung der Astrachanskischen oder Kalmücken-Steppe. Petersburg 1863.

Karrer. Über das Auftreten der Foraminiferen in den brackischen Schichten des Wiener Beckens. (Sitzbr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien 1863.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

demgemäss gewissermassen, sit venia verbo, ältere „sarmatische Stufen" darstellen.

Die Formationen, welche ich hiebei im Auge habe, sind folgende:

1. Die Formation des Zechsteines in Russland, Norddeutschland und England.
2. Die Formation des deutschen Muschelkalkes.
3. Die sogenannten Raiblerschichten der Alpen.
4. Die Contortaschichten ausserhalb der Alpen mit Einschluss jenes Theiles der Rhaetischen Formation der Alpen, welcher von Gümbel[1] als „oberer Muschelkeuper", von Suess und Mojsisovics[2] als „schwäbische Facies der rhätischen Stufe", von Stoppani[3] als *„groupe de lumachelles"* angeführt wird.

In der That kann man die Faunen dieser Formationen nicht näher ins Auge fassen, ohne von der ausserordentlichen Ähnlichkeit überrascht zu sein, welche sie in ihrem Grundcharakter sowohl untereinander als mit der sogenannten sarmatischen Stufe zeigen.

Es lässt sich dieser gemeinsame Grundcharakter in Kürze folgendermassen charakterisiren:

Abich. Geologie der Halbinsel Kertsch und Taman. (Mém. Akad. imp. St. Petersbourg 1865. IX. Nr. 4.)

Suess. Über die Bedeutung der sogenannten „brackischen Stufe" oder der „Cerithienschichten". (Sitzbr. d. Wiener Akad. 1866.)

Barbot de Marny. Geologie des Gouvernements Cherson. Petersburg 1869 (in russischer Sprache).

Hochstetter. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. (Jahrb. d. geolog. Reichsanst. 1870. p. 365.)

Sinczow. Geologische Skizze des bessarabischen Kreises. Odessa 1873 (in russischer Sprache).

Hörnes jun. Die Fauna der sarmatischen Ablagerungen von Kischeneff in Bessarabien. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1874. p. 33.)

[1] Geologische Beschreibung des baierischen Alpengebirges.

[2] Die Gebirgsgruppe des Osterhorns. (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt. 1868.)

[3] Essai sur les conditions générales des couches a avicula contorta. Milan 1861.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Die Korallen, Spongien, Bryozoen, Echinodermen, Cephalopoden und Brachiopoden, sowie unter den Lamellibranchien und Gastropoden alle grossen, dickschaligen und reicher verzierten Formen treten vollständig zurück oder verschwinden theilweise auch ganz, so dass die gesammte Fauna schliesslich fast nur aus einer beschränkten Anzahl mittelgrosser, unscheinbarer Bivalven besteht, welche gesellig vorkommend, im Vereine mit einigen kleinen, unscheinbaren Gastropoden an allen Punkten des Vorkommens mit ermüdender Gleichförmigkeit wiederkehren.

Eine nicht minder grosse Übereinstimmung als in der Fauna zeigen diese Formationen auch in der petrographischen Zusammensetzung ihrer Sedimente, wodurch sie sich auch in dieser Richtung als Ablagerungen darstellen, welche unter analogen äusseren Bedingungen entstanden.

Es bestehen diese Ablagerungen nämlich fast ausschliesslich aus dünngeschichteten Sandsteinen und Mergeln in Verbindung mit dünnplattigen Kalken, Muschelbänken, eigenthümlichen, bläschenförmigen Oolithen und leichten, porösen Schaumkalken, während alle dichten und massigen Kalk- und Dolomitbildungen vollständig fehlen.

Eine ganz besonders charakteristische Eigenthümlichkeit sind die ebenerwähnten bläschenförmigen Oolithe. Dieselben treten beinahe überall auf, wo sarmatische Schichten vorkommen und sind bisher noch niemals in den normalen marinen Ablagerungen (Mediterranstufe) gefunden worden.[1]

Es existirt über sie eine eigene Literatur und sie werden als ganz charakteristisch für diese Formation angesehen. Da ist es nun in der That äusserst auffallend und unmöglich auf einen Zufall zurückführbar, dass dieselben Oolithe in genau derselben Weise auch allenthalben im russischen, norddeutschen und englischen Zechstein, sowie im mitteldeutschen Muschelkalk auftreten, wo sie einen Theil des sogenannten „Schaumkalkes" im weiteren Sinne bilden, während sie umgekehrt noch niemals in anderen Ablagerungen aufgefunden worden sind.

---

[1] Bei Syrakus zeigen die obersten Bänke des Leithakalkes eine auffallende Verarmung der Fauna, welche ganz an diejenige der sarmatischen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Aus dem englischen Zechstein werden grosse, unregelmässig knollige Kalkconcretionen von concentrisch-schaliger Zusammensetzung beschrieben, welche in auffallendster Weise an die sogenannten „Riesenoolithe" der Raiblerschichten erinnern und mit ihnen wohl auch identisch sein dürften.

Endlich kommen in allen hieher gehörigen Bildungen sehr häufig Gyps- und Steinsalzablagerungen vor.

Eine weitere Eigenthümlichkeit aller hieher gehörigen Formationen besteht darin, dass sie innerhalb ihres gesammten Verbreitungsgebietes sowohl in Bezug auf ihre petrographische Ausbildung, als auch in Hinsicht ihrer Fossilien eine ausserordentliche Gleichförmigkeit beibehalten, so dass Stücke aus den entferntesten Punkten genommen sich oft zum Verwechseln ähneln. Es geht aus dieser Eigenschaft die eigenthümliche Doppelstellung aller dieser Ablagerungen hervor, dernach sie ebensowenig interessant für den Paläontologen als wichtig für den Stratigraphen sind, indem sie ersterem immer nur dieselben wenigen und unscheinbaren Fossilien liefern, während sie dem letzteren einen scharfen, leicht kenntlichen und niemals irreführenden Horizont abgeben.

Wenn wir uns nun aber weitergehend die Frage vorlegen, wodurch denn der eigenthümliche Charakter der angeführten Formationen bedingt sei, respective unter welchen äusseren Verhältnissen die Bildung aller dieser Ablagerungen erfolgte, so ergeben sich sofort grosse Schwierigkeiten.

Die Ablagerungen der sarmatischen Stufe (im engeren Sinne) wurden anfangs für brackische Bildungen gehalten, und die gleiche Anschauung wurde auch von Ramsay für die Bildungen der Contortazone geltend gemacht.[1]

Stufe erinnert, und zu gleicher Zeit treten daselbst auch in ausgezeichneter Weise bläschenförmige Oolithe auf, welche sonst im normalen Leithakalke dieser Gegend nirgends gefunden werden. (Siehe meine kleine Notiz: Über Miocänbildungen vom Charakter der sarmatischen Stufe bei Syrakus, in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie).

[1] On the physical relation of the new red marl, rhaetic beds, and lower Lias. (Quart. Journ. Geol. Soc. 1871. p. 189.) Siehe auch von demselben Autor: On the red rocks of England of older date than the Trias. Idem pag. 241).

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Es lässt sich nun allerdings nicht leugnen, dass in dem Zurücktreten, respective Fehlen der Korallen, Bryozoen, Echinodermen, Brachiopoden und Cephalopoden, sowie überhaupt aller grösseren, auffallenderen Conchylien eine entschiedene Andeutung brackischer Verhältnisse vorhanden ist, sowie auch das gesellige massenhafte Vorkommen der wenigen übrig bleibenden Formen der gesammten Fauna einen entschieden brackischen Habitus verleiht. Immerhin würde es jedoch gegen die bisherige Auffassung dieser Verhältnisse verstossen, wollte man eine Fauna schlechtweg „brackisch" nennen, welche doch ausschliesslich aus echt marinen Conchylien besteht, und vor Allem würde man sich wohl kaum entschliessen können, Ablagerungen wie den Zechstein und Muschelkalk als „brackische" Ablagerungen zu bezeichnen.

Eine andere Ansicht geht dahin, in den angeführten Ablagerungen einfach „Strandbildungen" zu sehen.

Auch diese Ansicht hat gewiss Vieles für sich, indem in der That die vorkommenden Organismen grösstentheils solche sind, wie wir sie in Strandbildungen zu finden gewohnt sind, und die so allgemein verbreiteten Oolithe auch mit grosser Entschiedenheit für eine Bildung in geringer Tiefe sprechen.

Immerhin scheint mir auch diese Anschauung die vorliegende Frage nicht vollkommen zu erschöpfen, da ja Strandbildungen auch in anderen Formationen sehr häufig auftreten, ohne dass dieselben jedoch jemals jene Einförmigkeit und Abgeschlossenheit zeigen würden, welche ja gerade den wesentlichen Charakterzug der in Rede stehenden Formationen bildet.

In der letzten Zeit ist nun eine dritte Anschauungsweise aufgetaucht, welche zuerst mit Rücksicht auf die sarmatische Stufe aufgestellt, später auch auf die Fauna des Muschelkalkes und des Zechsteines übertragen wurde, und dieselbe ging einfach dahin, dass alle diese Faunen nordischen Ursprunges seien und ihr Auftreten durch ein Vordringen polarer Gewässer gegen Süden bedingt würde.

So verlockend diese Ansicht nun auch für den ersten Augenblick sein mag, indem sie eine sehr einfache Lösung des Problems zu bieten scheint, so kann ich doch nicht umhin, nach einer reif-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

lichen Prüfung aller hieher gehörigen Thatsachen, mich mit aller Entschiedenheit gegen dieselbe auszusprechen.

Vergleicht man die Fauna der sarmatischen Stufe mit derjenigen unserer jetzigen nordischen Meere, so findet man, dass dieselben nicht die mindeste Ähnlichkeit miteinander besitzen.

Vor allen Dingen sind die nordischen Meere durchaus nicht so arm an Formen, wie man gewöhnlich annimmt. Wenn in der sarmatischen Formation Korallen, Echinodermen, Brachiopoden, Pteropoden, Cephalopoden, Balanen, Dekapoden und Haifische vollständig fehlen, so findet sich dieser Mangel durchaus nicht auch in den nordischen Meeren, wo vielmehr alle diese Typen, und zwar mitunter sehr reichlich und durch grosse und auffallende Formen repräsentirt sind.

Die nordischen Meere besitzen ferner eine sehr reiche und charakteristische Tiefseefauna mit zahlreichen Korallen, Echinodermen, Spongien, Brachiopoden, Krabben, Makruren u. s. w., welche der sarmatischen Stufe vollständig abgeht.

Die Conchylienarten der nordischen und Polarmeere zeichnen sich durch eine durchschnittlich sehr bedeutende Grösse aus, während die Conchylien der sarmatischen Stufe und der verwandten Ablagerungen durchgehends klein sind.

Fasst man die einzelnen Genera ins Auge, aus denen die Conchylienfauna der nordischen Meere und die der sarmatischen Stufe zusammengesetzt sind, so findet man auch hier einen tiefgehenden Gegensatz.

So gelten als besonders charakteristisch für die nordischen Meere folgende Genera: *Buccinum* (im engeren Sinne), *Trophon*, *Trichotropis*, *Litorina*, *Lacuna*, *Margarita*, *Puncturella*, *Crenella*, *Yoldia*, *Astarte*, *Cyprina*, *Mya*, *Saxicava*, *Glycimeris*, *Lyonsia*. Nicht ein einziges dieser Genera ist jedoch bisher in der sarmatischen Stufe nachgewiesen. Umgekehrt fehlen die in der sarmatischen Stufe auftretenden Genera: *Tapes*, *Donax*, *Ervilia*, *Cerithium*, *Columbella*, *Murex*, *Trochus*, *Phasianella*, in den nordischen Meeren entweder ganz oder sie sind daselbst doch nur äusserst schwach vertreten.[1]

[1] Siehe Middendorf. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Vol. II, Zoologie. Petersburg 1851. (Vergleich der Fauna des Schwarzen Meeres mit derjenigen des Polarmeeres.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

An den Küsten Norwegens, Englands und Nordamerikas finden sich bekanntlich in grosser Verbreitung glaciale Ablagerungen der Diluvialzeit, dieselben haben aber nicht die mindeste Ähnlichkeit mit den Ablagerungen der sarmatischen Stufe.[1]

Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt man, wenn man die triasischen und permischen Ablagerungen in Betracht zieht.

Man kennt gegenwärtig bekanntlich aus Spitzbergen sowohl Ablagerungen der Trias, als auch der Permformation[2], dieselben zeigen jedoch keine Spur von einer Verarmung der Fauna, wie wir sie im mitteleuropäischen Zechstein und Muschelkalk finden, sondern die Fauna ist im geraden Gegentheile sehr formenreich und gleicht vielmehr derjenigen, welche in den gleichalterigen Ablagerungen der Alpen auftritt.

Wenn ich nun versuchen wollte, bei diesem Stande der Dinge meine eigene Ansicht über diese Frage auszusprechen, so liesse sich dieselbe in Kürze folgendermassen formuliren:

Als erstes und wichtigstes Moment zur Bildung von Formationen, wie sie im Vorhergehenden geschildert wurden, betrachte ich die Existenz abgeschlossener, isolirter Binnenmeere, welche nach Art des Schwarzen Meeres, des Mittelmeeres oder auch der Ostsee nur durch einen engen Canal mit dem Ocean in Verbindung stehen.

---

[1] Vor Kurzem hat mein verehrter Freund Dr. A. Bittner sich in seiner Habilitationsvorlesung als Docent an der Wiener Universität ebenfalls mit grosser Entschiedenheit gegen die nordische Natur der sarmatischen Stufe ausgesprochen und hiefür fast genau dieselben Gründe angeführt, welche auch ich als die ausschlaggebenden betrachte. Es ist sehr zu bedauern, dass dieser interessante Vortrag nicht der Öffentlichkeit übergeben wurde.

[2] Nordenskiöld. Sketch of the Geology of Spitzbergen. Stockholm 1867.

Lindström. Om Trias och Jura försteningar fran Spitzbergen. Akad. Handlingar. Stockholm 1865.)

Toula. Kohlenkalkfossilien von der Südspitze von Spitzbergen. (Sitzb. Wiener Akad. 1873. I.)

— Kohlenkalk und Zechsteinfossilien aus dem Hornsund an der Südwestküste von Spitzbergen. (Idem 1874. I.)

— Eine Kohlenkalkfauna von den Barents-Inseln (Nowaja Semlja). (Idem 1875. I.)

— Permo-Carbonfossilien von der Westküste von Spitzbergen. (Neues Jahrb. für Mineralogie 1875.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Es ist bekannt, dass das Wasser des grossen Oceans sich ähnlich wie die Atmosphäre in einem grossen Kreislaufe befindet, indem das warme Oberflächenwasser vom Äquator fortwährend nach den Polen strömt, während umgekehrt die abgekühlten Gewässer der Pole sich in der Tiefe wieder langsam gegen den Äquator zu bewegen. — Es wird auf diese Weise eine fortwährende Erneuerung des Wassers auch in den Tiefen des Oceans bewirkt und namentlich auch die zur Unterhaltung des animalischen Lebens unentbehrliche atmosphärische Luft stets von Neuem von den Polen aus in die Tiefe geführt.

Stellen wir uns nun aber ein abgeschlossenes Meeresbecken vor, welches nur durch einen engen und stets auch verhältnissmässig seichten Canal mit dem Ocean in Verbindung steht, so ist es klar, dass das Wasser desselben nur nach Massgabe der Tiefe des Verbindungscanales in die allgemeine Circulation miteinbezogen werden kann, während die tieferen Wassermassen, von dieser Circulation ausgeschlossen, einen gleichsam stagnirenden Sumpf darstellen, der nur in sehr unvollkommener Weise im Stande ist, seinen Gehalt an atmosphärischer Luft zu erneuern.

Als eine unmittelbare Folge dieser Verhältnisse muss sich aber sofort die Erscheinung einstellen, dass in derartigen abgeschlossenen Meeresbecken die Fauna der grösseren Tiefe in auffälligster Weise verkümmert, während diejenige der geringeren Tiefe, welche eben noch unter dem Einflusse der Circulation steht, sich in vollkommen intacter und normaler Weise erhalten kann.

Es sind diese Verhältnisse zuerst von Carpenter, der im Jahre 1870 die englische Expedition der Porcupine in das Mittelmeer als Physiker begleitete, im Zusammenhange dargestellt worden, und erklären dieselben in ebenso einfacher als befriedigender Weise die auffallende Thatsache, dass im Mittelmeere eine wirkliche Tiefseefauna fast vollkommen fehlt.

Einer freundlichen Mittheilung meines verehrten Freundes des Herrn Widhalm in Odessa, welcher als Zoologe der russischen Expedition zugetheilt war, die im Jahre 1868 eine Vermessung des Schwarzen Meeres auf der Strecke Odessa-Poti zum Zwecke der Legung des indischen Telegraphenkabels aus-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

führte, verdanke ich die Kenntniss der Thatsache, dass auch im Schwarzen Meere die grösseren Meerestiefen auffallend arm an lebenden Wesen seinen.[1]

Das Gleiche wurde auch von der Commission zur wissenschaftlichen Erforschung der deutschen Meere in Bezug auf den tieferen Theil des östlichen Ostseebeckens constatirt, ja, wenn man die Thatsache in Erwägung zieht, dass nach den Untersuchungen der Challenger Expedition auch im grossen offenen Ocean die grössten Meerestiefen fast vollkommen leblos sind, während an manchen Stellen doch noch bis zu einer Tiefe von 2400 Faden und darüber ein ausserordentlich reiches und kräftiges Thierleben gefunden wird, so ist man sehr geneigt, auch diese Erscheinung nicht auf Rechnung der grossen Tiefe zu setzen, als vielmehr dem Umstande zuzuschreiben, dass ja auch hier die grossen, beckenförmigen Aushöhlungen des Meeresgrundes, welche die grösste Tiefe enthalten, von einer Wassermasse erfüllt sind, die, von der allgemeinen Circulation ausgeschlossen, stagnirende Wassermassen darstellen.

Wenn sich nun auch auf diese Art, wie ich glaube, in befriedigender Weise die Erscheinung erklärt, dass sowohl in den Ablagerungen der sarmatischen Stufe als in den analogen älteren Bildungen eine wirkliche Tiefseefauna gar nicht existirt, so lässt sich aus diesem Verhältnisse doch nicht die eigenthümliche Verarmung ableiten, welche selbst die Strandfauna in diesen Ablagerungen zeigt. Zur Erklärung dieser Thatsachen ist wohl noch die Annahme eines zweiten Factors nothwendig und ich vermag denselben in nichts Anderem als in einer kleinen Verringerung des Salzgehaltes zu erblicken, den das supponirte Binnenmeer

---

[1] An einer Stelle fand sich in einer Tiefe von 12—20 Faden ein stinkender Schlamm, welcher vollständig von einer *Bulla* erfüllt war, und bei Farschangut in einer Tiefe von 48 Faden war der Schlammboden auf eine Erstreckung von 10—15 Werst vollständig mit einer Schichte von zwei kleinen, papierdünnen Modiolaarten bedeckt. Es erinnert dies ausserordentlich an das massenhafte Vorkommen von *Bulla Lajonkaireana* und *Modiola marginata* in den sarmatischen Tegelablagerungen, während dieselben Arten in den gleichzeitigen Sandbildungen entweder vollständig fehlen oder doch nur selten und auch dann nur meist in kleinen Exemplaren vorkommen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

durch den Einfluss grosser Ströme erlitt, in ganz derselben Weise, wie dies heutzutage z. B. im Schwarzen Meere der Fall ist.

In der That, man kann die Fauna des Schwarzen Meeres nicht näher ins Auge fassen, ohne von der ausserordentlichen Übereinstimmung überrascht zu sein, welche dieselbe mit der Fauna der sarmatischen Stufe zeigt.

Ganz wie dort, finden wir auch hier das charakteristische Zurücktreten der Korallen, Echinodermen, Bryozoen, Balanen, Brachiopoden, Pteropoden, Cephalopoden, Dekapoden, Haifische und Rochen, welche bei einigen dieser Typen bis zum vollständigen Verschwinden geht, und ganz so wie dort findet man auch hier fast die gesammte Fauna auf eine beschränkte Anzahl mittelgrosser, unscheinbarer, mariner Conchylien reducirt, welche jedoch, in grosser Häufigkeit gesellig auftretend, der Fauna einen brackischen Habitus verleihen. [1]

Vergleicht man die Genera, welche im Schwarzen Meere vorkommen, mit denjenigen der sarmatischen Stufe, so findet man auch in dieser Richtung eine ausserordentliche Übereinstimmung, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

---

[1] Als Quellen für die Fauna des Schwarzen Meeres dienten mir folgende Arbeiten:

Middendorf. Beiträge zu einer „Malacozoologia rossica" (Mém. sc. nat. VI acad. imp. des sciences. St. Petersbourg.)

Middendorf. Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens Vol. II, Zoologie. part. I. Petersburg 1858.

Schmarda. Die geographische Verbreitung der Thiere. Wien 1853, pag. 609.

Demidoff. Voyage dans la Russie méridionale. Vol. III. pag. 355. (Fischfauna des Schwarzen Meeres.)

Heller. Die Crustaceen des südlichen Europas (Zool. Bot. Gesellsch. Wien 1863.) Erwähnt 13 Arten aus dem Schwarzen Meere.

Marcousou. Zur Fauna des Schwarzen Meeres. (Transactions of the first meeting of Russian Naturalist at St. Petersburg. 1868. p. 178. — Referirt in Troschels Archiv für Naturgesch. 1867. XXXIII pag. 357.)

Uljanin. Materialien zur Fauna des Schwarzen Meeres. (Schriften der Freunde der Naturwisssenschaften, der Anthrop. und Ethnogr. in Moskau 1872.) In russischer Sprache. Vollständigstes Verzeichniss.

Kessler. Die Fische des Aralo-Caspisch-Euxinischen Beckens. (Referirt in „Natur" 16. Nov. 1876.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Sarmatische Stufe [1]	Schwarzes Meer [1] (nach Uljanin 1872)
Gastropoden.	
Columbella.	*Conus.* 1
**Nassa*	*Mitra* 1
**Murex*	*Terebra* 1
Pleurotoma	*Columbella* 1
**Cerithium*	*Nassa* 4
Melanopsis	*Murex* 2
Melania	*Pleurotoma* 2
**Trochus*	*Calyptraea* 1
**Phasianella*	*Phasianella* 3
Neritina	*Delphinula* 1
Rissoa	*Trochus* 7
Paludina	*Neritina* 1
Natica	*Litorina* 2
Navicella	*Cerithium* 3
Acmaea	*Paludina* 2
**Bulla*	*Truncatella* 1
	Rissoa 5
	Chiton 2
	Patella 2
	Bulla 1
Bivalven.	
Solen	*Tellina* 5
Pholas	*Venus* 5
**Tapes*	*Venerupis* 1
**Donax*	*Petricola* 1
**Mactra*	*Lucina* 2
Syndosmya	*Teredo* 1
**Kvilia*	*Solen* 2
**Cardium*	*Mactra* 1
Lucina	*Erycina* 1

[1] Die gemeinsamen Genera sind durchschossen gedruckt, die in der sarmatischen Stufe herrschenden Genera mit einem Sternchen versehen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Sarmatische Stufe.	Schwarzes Meer (nach Ulljanin 1872)
*Modiola	Mesodesma 1
Ostraea	Donax 2
	Cardium 6
	Arca 1
	Modiola 1
	Mytilus 1
	Pecten 1
	Ostraea 1

Es gibt jedoch ausser dem Schwarzen Meere noch andere Beispiele von Meeresfaunen, welche eine ähnliche Verarmung aufweisen und ebenfalls lebhaft an die Fauna der sarmatischen Stufe erinnern.

Ein solches Beispiel bieten uns der Timsahsee und die sogenannten Bitterseen auf der Landenge von Suez. In diesen kleinen, seichten abgeschlossenen Meeresbecken, welche vor der Grabung des Canales vollkommen trocken lagen, hat sich, seit sie wieder mit dem Meere in Verbindung gesetzt sind, eine aus dem Rothen Meere stammende Fauna angesiedelt, welche fast ausschliesslich aus folgenden Arten besteht:

Cardium edule Linné.
Mactra olorina Phil.
Mytilus variabilis Krauss.
Cerithium conicum Blainv.
„ *scabridum* Phil.
Melania tuberculata Müller.

Diese wenigen Arten kommen jedoch gesellig lebend in ausserordentlich grosser Menge vor und da sie auch in ihrem äusseren Ansehen correspondirenden Arten der sarmatischen Stufe sehr ähnlich sehen,[1] so ist die Übereinstimmung mit der

[1] So ähnelt die *Mactra olorina* sehr den schmalen Varietäten der *Mactra podolica*, *Mytilus variabilis* der *Modiola marginata*, *Cerithium scabridum* dem *Cerithium rubiginosum* und *Cerithium conicum* dem *Cerithium nodo aplicatum* oder gewissen Varietäten des *Cerithium pictum*.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

sarmatischen Fauna in der That eine sehr grosse. Bemerkenswerth ist, dass in diesem Falle die Verarmung der Fauna ohne Zuthun einer Aussüssung erfolgt und offenbar ausschliesslich durch die Isolirung und Seichtheit der kleinen Meeresbecken bedingt wird.

Ein weiteres Beispiel für den in Rede stehenden Gegenstand scheint sich in der Meeresfauna der Westküste von Florida zu bieten. Es hat damit folgende Bewandtniss:

In der geognostischen Sammlung des k. k. Hof-Mineraliencabinetes befindet sich unter den Beispielen von „recenten Ablagerungen" zwischen Korallen- und Nulliporenkalken auch ein Muschelconglomerat von Florida, welches aus *Donax*, *Cardium*, *Ervilia* und *Bulla* besteht und so vollständig den Ablagerungen der sarmatischen Stufe gleicht, dass ich lange Zeit der festen Überzeugung war, dass das fragliche Stück nur irrthümlicherweise den Fundort „Florida" trage und in Wahrheit aus den sarmatischen Schichten von Nexing stamme.

Ich war daher nicht wenig überrascht, gelegentlich der Wiener Weltausstellung in der amerikanischen Abtheilung grosse Blöcke von genau demselben Gestein zu finden und von dem betreffenden Aussteller zu erfahren, dass dasselbe wirklich von Florida, und zwar von der Westküste herstamme, wo es an der Küste ausgedehnte Ablagerungen bilde.

Betrachtet man nun aber den Meerbusen von Mexiko, so sieht man sofort, dass derselbe eigentlich ein sehr isolirtes abgeschlossenes Meeresbecken darstellt, und erwägt man ferner, dass in seinem nördlichen und östlichen Theile die grossen Ströme Nordamerikas münden, so liesse es sich begreifen, dass hier stellenweise eine Verminderung des Salzgehaltes und in Folge dessen eine ähnliche Verarmung der Fauna eintrete wie im Schwarzen Meere.

Leider bietet die vorhandene Literatur gar keine Handhaben, um diesen Gegenstand weiter zu verfolgen und muss ich es daher der Zukunft überlassen, zu entscheiden, inwieferne die hier geäusserten Vermuthungen sich als richtig erweisen. Jedenfalls scheint mir bereits aus den angeführten Thatsachen, sowie aus der Fauna der Bitterseen so viel mit Sicherheit hervorzugehen, dass zur Entstehung verarmter Meeresfaunen, wie diejenige

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

der sarmatischen Stufe ist, keinesfalls eine niedrige Temperatur erforderlich ist.

Aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen ergeben sich nun aber einige Folgerungen von allgemeinerer Bedeutung.

Wenn nämlich die Ablagerungen der sarmatischen Stufe sowohl, wie diejenigen der anderen analogen Formationen nichts weiter als die Bildungen etwas ausgesüsster Binnenmeere sind, so folgt daraus wohl von selbst, dass es für jede dieser Formationen ausserhalb ihres Verbreitungsgebietes gleichzeitige Ablagerungen geben müsse, welche nicht eine verarmte, sondern eine normale marine Fauna enthalten, wie ja auch gegenwärtig neben der verarmten Fauna des Schwarzen Meeres die reiche Fauna des Mittelmeeres und des Atlantischen Oceans besteht.

Dies ist nun auch wirklich der Fall. Seitdem man nämlich das Studium der geologischen Verhältnisse der Alpen intensiver zu betreiben begonnen hat, hat es sich herausgestellt, dass es sowohl für den Muschelkalk, als auch für den Keuper und die Contortaschichten, welche ausserhalb der Alpen nur mit verarmter Fauna auftreten, innerhalb der Alpen mächtige Ablagerungen gebe, welche zum grössten Theile aus massigen Kalk- und Dolomitmassen bestehen und eine reiche, marine Fauna mit Korallen, Cephalopoden, Brachiopoden und einer grossen Anzahl anderer Conchylien enthalten, ja in neuester Zeit wurde es von Stache nachgewiesen, dass die sogenannten Bellerophonkalke der Südalpen, welche bisher theils zur Trias- theils zur Kohlenformation gezogen wurden, genau genommen, keiner von beiden zugehören, sondern nichts Anderes, als die marinen Äquivalente des mittel- und nordeuropäischen Zechsteines darstellen.[1]

Von Spitzbergen und Nowaja Semlja wurde vor Kurzem von Toula eine reiche paläozoische Fauna beschrieben,[2] welche im Allgemeinen den Habitus einer Kohlenkalkfauna zeigt, daneben aber eine so grosse Anzahl echter, typischer Permfossilien enthält, dass Toula die betreffenden Ablagerungen mit

[1] Über eine Vertretung der Permformation von Nebraska in den Südalpen. (Verhandl. Geol. Reichsanst. 1874.)

[2] Toula. Permo-Carbonfossilien von der Westküste von Spitzbergen. (Neues Jahrb. für Mineralogie. 1875.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dem Ausdrucke „Permo-Carbon" bezeichnete. Es ist wohl kaum zu zweifeln, dass wir in diesem „Permo-Carbon" nichts Anderes, als ein Äquivalent der alpinen Bellerophonkalke, oder mit anderen Worten ein marines Äquivalent des Zechsteines vor uns haben.

Neben diesen Bildungen treten auf Spitzbergen auch Triasbildungen auf, dieselben haben aber durchgehends den Charakter der Hallstätter und Cassianer Schichten und fehlen Ablagerungen mit verarmter Fauna hier vollständig.

Noch auffallender stellen sich diese Verhältnisse im Himalaya und überhaupt in Indien dar.

Hier sind in den letzten Jahren durch die Bemühungen der Geological Survey of India fast alle Glieder der Triasformation, ferner der Kohlenkalk, sowie eine ganz eigenthümliche Zwischenbildung nachgewiesen worden, welche in bisher unbekannter Weise zwischen Kohlenkalk und Triasformation vermittelt und daher gewissermassen die Permformation repräsentirt. [1]

Alle diese Ablagerungen treten jedoch in ganz normaler Weise mit einer reichen, marinen Fauna auf und sind Ablagerungen mit einer verarmten Fauna, welche beiläufig dem Werfner Schiefer, den Raibler-Schichten, den Gervilliaschichten u. s. w. entsprechen würden, in diesen Gebieten noch niemals nachgewiesen worden. [2]

In den westlichen Staaten von Nordamerika zeigen die obersten Kohlenkalkschichten eine Reducirung der Fauna, welche an den europäischen Zechstein erinnert. [3] Die Sache geht jedoch hier nicht so weit wie in Europa und überdies sind die Schichten so innig mit dem darunter liegenden, normalen Kohlenkalk verbunden, dass sie gegenwärtig von den amerikanischen Geologen meist als oberster Kohlenkalk bezeichnet werden.

---

[1] Waagen. On the occurence of Ammonites, associated with Ceratites and Goniatites in the Carboniferous deposits of the Salt Range. (Mem. Geol. Survey, of India IX.)

[2] Stoliczka. Geological Sections across the Himalayan Mountains from Wangtu-Bridge on the River Sutley to Sungdo on the Indus: with an account of the formations in Spiti accompanied by a revision of all known fossils from that district. (Mem. Geol. Survey of India. V. 1865.)

[3] Geinitz. Carbonformation und Dyas in Nebrasca. (Akad. Leop. Carol. 1867.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Bemerkenswerth ist es, dass bereits mehrere der aus diesen Schichten zuerst beschriebenen Fossilien im Bellerophonkalke der Alpen, sowie im Permo-Carbon Spitzbergen nachgewiesen worden sind.

Aus diesen Betrachtungen geht nun aber eine weitere Folgerung hervor.

Wenn Jemand die Absicht hätte, den Charakter der jetzt lebenden Meeresfauna zu bestimmen, so wird er als Beispiel hiefür vielleicht die Meeresfauna der Philippinen, Westindiens oder auch des Mittelmeeres, gewiss aber niemals die Fauna des Schwarzen Meeres wählen und ebenso wird es Niemandem einfallen, die Eigenthümlichkeiten der Miocänfauna aus den sarmatischen Ablagerungen ableiten zu wollen, sondern er wird sich zu diesem Zwecke gewiss an die Mediterranstufe der Wiener Becken und an die Analoga im Osten und Süden Europas halten.

Wenn dies nun aber für diese beiden Fälle gilt, so muss dasselbe auch für alle analogen Fälle Geltung haben, oder mit anderen Worten, man muss in allen Fällen, wo es sich um die Charakterisirung der Meeresfauna einer bestimmten geologischen Epoche oder aber um die geologische Entwicklung der Meeresfaunen im Allgemeinen handelt, stets einzig und allein die normalen marinen Ablagerungen in den betreffenden Zeitabschnitten, niemals aber diejenigen ins Auge fassen, welche nach Art der sarmatischen Stufe eine verkümmerte Fauna besitzen.

Versuchen wir es auf Grundlage dieser Anschauungen, die lebenden und fossilen Meeresfaunen des europäischen Faunengebietes in ein Schema zu bringen, so würde sich dies beiläufig folgendermassen ausnehmen müssen:

Normale Faunen.	Verarmte Faunen von sarmatischem Charakter.
1. Fauna des atlantischen Oceans und des Mittelmeeres.	Fauna des schwarzen Meeres (und des Caspischen Sees.)[1]

[1] Von einem höheren Gesichtspunkte aus könnte man auch die Fauna des Caspischen Sees und der Congerienschichte hier einschalten, obwohl dieselben schon mehr einen wirklich brackischen Charakter besitzen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Normale Faunen.	Verarmte Faunen von sarmatischem Charakter.
2. Fauna der Pliocänablagerungen.	(Fauna d. Congerienschichten.)
3. Fauna der süd- und westeuropäischen Miocänbildungen.	Fauna der sarmatischen Stufe.
4. Fauna der älteren Tertiärbildungen.	
5. Faunen der Kreideformation.	
6. Faunen des Jura und Lias.	
7. Fauna der rhätischen Formation der Alpen mit Ausschluss der schwäbischen Facies.	Fauna der Contortaschichten (schwäbische Facies).
8. Fauna von Esino und St. Cassian.	Fauna der Raibler Schichten.
9. Fauna von Hallstatt.	
10. Fauna der Schichten mit *Arcestes Studeri*.	Fauna des deutschen Muschelkalkes. Fauna des Werfner Schiefers (Buntsandstein).
11. Fauna des Bellerophonkalkes.	Fauna des nord- und mitteleuropäischen Zechsteines.
12. Fauna des Kohlenkalkes.	
13. Fauna des Devonkalkes.	
14. Fauna des Silurkalkes.	
15. Primordialfauna.	

Es ist bekannt, dass im Gebiete Europas im Verlaufe der geologischen Entwicklung zweimal continentale Verhältnisse die Oberhand gewannen. Das eine Mal am Schlusse der paläozoischen Periode bis zum Beginne der Lias, das zweite Mal von der Miozänzeit angefangen bis in die Jetztzeit.

Diese beiden Perioden sind durch das häufige Auftreten von Süsswasserbildungen, sowie durch ein gewisses Maximum

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

in der Bildung von Steinkohlen- und Salzlagern ausgezeichnet, welche beide das Vorhandensein grösserer zusammenhängender Landmassen voraussetzen.

Es stimmt nun mit dieser Thatsache sehr gut überein, dass genau in dieselben Zeitepochen auch alle vorerwähnten Ablagerungen mit verkümmerter Meeresfauna fallen, und ist nur der Unterschied vorhanden, dass während in der Permo-Triaszeit der Mittelpunkt dieser pseudo-sarmatischen Ablagerungen mehr im Norden und Westen Europas lag, derselbe in der Jetztzeit mehr nach Süden und Osten gerückt scheint.

So treten in der ersten Epoche im Norden und Westen Europas ausschliesslich verkümmerte Meeresfaunen auf, im Süden Europas in den Alpen, treffen wir einen mehrfachen Wechsel von verkümmerten und normalen Faunen, weiter gegen Osten in Ungarn und Siebenbürgen scheinen von Ablagerungen mit verkümmerter Fauna nur mehr die Werfner Schiefer vorzukommen, und wenn wir noch weiter gegen Osten in das Gebiet des Himalaya vorschreiten, so finden wir die verkümmerte Fauna vollkommen verschwunden und alle Ablagerungen dieses Zeitabschnittes in normaler mariner Ausbildung entwickelt.

Umgekehrt verhält es sich in der Neogenzeit. Hier finden wir gerade im Osten Europas nacheinander die Fauna der sarmatischen Stufe, die Congerienschichten der aralo-caspischen Formation und des Schwarzen Meeres, lauter verkümmerte, halbbrackische und brackische Faunen, während wir im Westen und Norden an den atlantischen Küsten Europas aus derselben Zeit ausschliesslich Ablagerungen mit normaler mariner Fauna antreffen.

Im südlichen Frankreich, im nördlichen Italien, sowie in Griechenland finden wir zwischen den marinen Miocän- und Pliocänbildungen die Congerienschichten mit verkümmerter, brackischer Fauna eingeschaltet, und wenn wir, der geologischen Entwicklung voraneilend, uns in die Zeit versetzen, wo vielleicht in Folge einer allmäligen continentalen Hebung, das Mittelmeer in den Zustand des jetzigen Schwarzen Meeres oder des Caspischen Sees versetzt sein wird, so werden wir in seinem Gebiete einen ebenso complicirten, mehrfachen Wechsel mariner, halbbrackischer

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

und brackischer Faunen vorfinden, wie sie uns gegenwärtig die Trias der Alpen zeigt.[1]

Im Jahre 1874 beschrieb ich aus der Umgebung von Syrakus einen Schichtencomplex, welcher daselbst im Hangend des Leithakalkes auftretend, eine eigenthümlich verarmte Fauna enthielt, die auffallend an diejenige der sarmatischen Stufe erinnerte. Nachdem es mir jedoch im weiteren Verlaufe meiner Studien nicht gelang, in Griechenland Ablagerungen von ähnlichem Charakter aufzufinden, und überdies die Identität der Species bei näherem Vergleiche auch nicht so gross war als ich im ersten Augenblicke glaubte, so neige ich mich gegenwärtig der Ansicht zu, dass wir in diesen Ablagerungen doch nicht eine wirkliche Verbreitung der sarmatischen Schichten nach Westen, sondern vielmehr nur eine analoge Erscheinung von local-beschränkter Bedeutung vor uns haben, die vielleicht am besten mit den Ablagerungen der Bitterseen auf dem Isthmus von Suez verglichen werden könnte, die ja bekanntlich ebenfalls eine reducirte Meeresfauna von sarmatischem Habitus enthalten.

In Nordamerika traten mit Schluss der paläozoischen Epoche ebenfalls continentale Verhältnisse ein, und dem entsprechend finden wir auch hier in der letzten Phase der Carbonzeit eine Verkümmerung der Meeresfauna eintreten, welche, wenn auch nicht so weitgehend, wie im europäischen Zechstein, doch sehr viel Ähnlichkeit mit der Fauna desselben zeigt.

Eine damit analoge Erscheinung dürften wie heutzutage in der eigenthümlich verarmten Meeresfauna erblicken, welche den nordöstlichen Theil des Meerbusens von Mexiko zu bewohnen scheint.

---

[1] Das wiederholte Auftreten nach Art der sarmatischen Faunen verkümmerter Meeresfaunen innerhalb der alpinen Trias fällt im Wesentlichen mit jener Erscheinung zusammen, welche Mojsisovics als wiederholte Einlagerung mechanischer Litoralsedimente in die pelagischen Kalkbildungen bezeichnet (Über die Gliederung der oberen Triasschichten der Alpen. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1869, pag. 91), doch rechnet Mojsisovics auch einige Schichten hiezu, welche nach der in vorliegender Arbeit vertretenen Ansicht richtiger zu den pelagischen Bildungen gestellt werden müssten. (Cassianer Schichten, Aonschiefer u. dgl.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Über die Natur des Flysches.

Von **Theodor Fuchs.**

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. März 1877.)

Als Studer im Jahre 1853 seine „Geologie der Schweiz“ veröffentlichte, begann er im Bd. II, pag. 111 das Capitel über die Flyschformation mit folgenden Worten: „Wenn je auf eine Gebirgsbildung die Bezeichnung einer abnormen anzuwenden ist, so muss sie dem Flysche vorzugsweise zukommen.“

Seit diese Zeilen niedergeschrieben wurden, haben alle Untersuchungen, welche sich auf dieses Gebilde beziehen, nur dazu geführt, die Richtigkeit dieses Ausspruches zu erweitern und zu erhärten.

In der That, man mag die Arbeiten Studer's, Theobald's, Kaufmann's über den Schweizer Flysch, die Arbeiten von Gümbel, Hauer, Hohenegger, Fallou, Stache, Neumayr, Paul und Tietze über Wiener und Karpathensandsteine, die Arbeiten Stache's über den Flysch von Istrien, oder aber die endlose, unerschöpfliche Reihe von Publicationen durchgehen, welche von den italienischen Geologen über ihre *Argille scagliose*, über *Macigno* und *Alberese* veröffentlicht wurden, so wird man auf Schritt und Tritt einer solchen Fülle eigenthümlicher und abnormer Erscheinungen begegnen, dass man sich nur wundern muss, dass die Discussion nach dem eigentlichen Wesen aller dieser Abnormitäten nicht seit langem die geologischen Kreise in hervorragender Weise beschäftigt.

Ich muss gestehen, dass, seit ich mich überhaupt mit Geologie befasse, neben meinem eigentlichen Arbeitsfelde, der Paläontologie, der angeregte Gegenstand mich stets in besonderem Masse interessirte, und indem ich fortwährend bemüht war, sowohl im Wege der eigenen Anschauung, als auch durch Studium der vorhandenen Literatur meine Einsicht in denselben zu erweitern und zu vertiefen, glaube ich schliesslich auch einen Schlüssel gefunden zu haben, welcher mir geeignet scheint, die aufgeworfene

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Frage zu lösen. Es stellte sich mir nämlich nach einer sorgfältigen Erwägung aller einschlägigen Umstände die Überzeugung fest, dass der ganze Complex von charakteristischen Eigenthümlichkeiten, welchen die Flyschbildungen aufweisen, sich nur unter dem Gesichtspunkte vereinigen lassen, dass man den gesammten Flysch nicht für eine Detritusbildung, sondern für das Product eruptiver Vorgänge erklärt, deren beiläufiges Analogon in der Jetztzeit die sogenannten Schlammvulkane darstellen.

So sonderbar und gewagt nun auch Manchem auf den ersten Blick diese Ansicht erscheinen mag, so muss ich doch gleich in vorne hinein erklären, dass dieselbe eigentlich gar keine neue mehr ist, dass vielmehr die Mehrzahl der italienischen Geologen die Flyschbildungen in der einen oder anderen Weise mit eruptiven Vorgängen, namentlich mit der Eruption des Serpentin in Verbindung bringt, und dass mehrere von ihnen, wie z. B. Bianconi[1], Doderlein, Stöhr[2], Mantovani[3] und Stoppani die *Argille scagliose*, welche ja den wesentlichsten und charakteristischesten Theil der Flyschbildungen ausmachen, ganz directe für eruptive Schlammmassen erklären und Stoppani dieselben in einem Lehrbuche der Geologie (Corso di Geologia)

---

[1] Die Arbeiten Bianconi's gehören wohl zu den wichtigsten, welche diesen Gegenstand behandeln, und da dieselben ausserhalb Italiens wie es scheint fast unbekannt sind, zähle ich die wichtigsten im Nachfolgenden auf.

1840. Storia naturale dei terreni ardenti, dei Vulcani fangosi, delle sorgenti infiammabili dei pozzi idropirici e di altri fenomeni geologici operati dal gas idrogene e della origine die esso gas. Bologna. 8°.

1867. Escursioni geologiche e mineralogiche nel territorio Porrettano. Bologna. 8°.

1875. Intorno alle *Argille scagliosa* di origine miocenica. (Mem. Accad. Bologna. III. serie, vol. V.)

1876. Considerazioni sul deposito die rame di Bisano. (Scienza applicata, vol. I. Bologna 1876.)

[2] Alcuni osservazioni intorno alla storia naturale delle *Argille scagliosa*. (Annuario dei Naturalisti di Modena. III. 1868.)

[3] Delle *Argille scagliosa* e die alcuni Ammoniti dell'Apennino dell' Emilia. (Atti Soc. Ital. scienze nat. XVIII. Milano 1875. pag. 28.) Ein sehr gutes Referat darüber in Leonhard's Jahrbuch 1877, pag. 213, nur ist hier statt „*Argille scagliosa*" immer „*Scaglio*"! gesetzt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

ohne Weiteres in dem Capitel über die Schlammvulkane behandelt.[1]

Auch Abich, dessen schöne Arbeit über die Schlammvulkane der caspischen Region,[2] wie ich glaube bei Vulkanisten

---

[1] Ich möchte hier auch eine Schilderung citiren, die ich im Jahre 1875 in meiner Arbeit: „Die Gliederung der Tertiärbildungen am Nordabhange der Apenninen von Ancona bis Bologna" (Sitzbr., Wiener Akad.), über die *Argille scagliose* machte zu einer Zeit, als mir noch nichts ferner stand als die Idee von der eruptiven Natur des Flysches. Es heisst auf der vierten Seite dieser Abhandlung folgendermassen: Wo die *Argille scagliose* in ihrer typischen Entwicklung auftreten, gleichen sie aus der Entfernung gesehen riesigen Schlammmassen; bei näherer Betrachtung überzeugt man sich jedoch, dass sie nicht sowohl aus einer weichen, plastischen Substanz, sondern vielmehr aus einer ungeheueren Anhäufung kleiner, halbharter, scharfkantiger Thonfragmente bestehen, welche einen ausgezeichnet muscheligen Bruch zeigen. Von Schichtung ist entweder gar nichts zu sehen oder dieselbe erscheint in der Form merkwürdiger Faltungen und Windungen, welche den Eindruck machen, als sei die ganze Masse einmal in einer inneren, rollenden und fliessenden Bewegung gewesen. Die Farbe des Gesteins ist in der Regel dunkel-blaugrau, doch kommen auch grüne und rothe Abänderungen vor. Mitunter ist die ganze Masse gypshaltig und zeigt an ihrer Oberfläche mannigfache Ausblühungen. An solchen Stellen zeigen sich dann mitunter an der Oberfläche auch eigenthümliche hügelförmige Auftreibungen, welche Maulwurfshaufen, oder noch mehr vielleicht den, durch das Entweichen der Gase auf der Oberfläche eines Lavastromes entstandenen Aufblähung gleichen und in dem vorliegenden Falle wahrscheinlich durch die Ausblühungen hervorgebracht sind. In der Umgebung derselben ist die Oberfläche häufig gelb gefärbt. Von Versteinerungen ist niemals eine Spur zu sehen und selbst die Fucoiden fehlen vollständig. Alle diese Umstände geben dem *Argille scagliose* den Charakter einer abnormen Gesteinbildung, und wenn man z. B. am Fusse des Monte Titano in San Marino auf den kahlen Hügeln der *Argille scagliose* steht, und seinen Blick über die zerrissene und geborstene Oberfläche, die zahlreichen Fornito-ähnlichen Auftreibungen, die mannigfachen Ausblühungen, die grauen, grünen, rothen und gelben Farbentöne gleiten lässt und allenthalben bis in grosse Tiefen hinab die Spuren stattgefundener Bewegung zu bemerken meint, so glaubt man vielmehr auf einem alten Lavastrome als auf einer normalen sedimentären Ablagerung zu stehen.

[2] Über eine im kaspischen Meere erschienene Insel nebst Beiträgen zur Kenntniss der Schlammvulkane der caspischen Region. — (Mém. de l'Acad. imp. des sciences de St. Pétersbourg. VII. Série, vol. VI. 1873.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

noch immer nicht die verdiente Berücksichtigung gefunden hat, scheint mir, in Betreff vieler Flysch- und verrucanoartigen Bildungen, welche in mächtiger Entwicklung in den kaukasischen Gebirgssystemen auftreten, zu ganz ähnlichen Anschauungen gelangt zu sein.[1]

Indem ich mich daher in Bezug auf das Wesentliche der Frage auf diese meine Vorgänger stützen kann, will ich nun im Nachfolgenden versuchen, der Reihe nach diejenigen Momente zur Sprache zu bringen, welche mir zu Gunsten dieser Auffassung zu sprechen scheinen und hiebei namentlich diejenigen hervorheben, welche bisher entweder übersehen, oder doch nicht in ihrer vollen Bedeutung gewürdigt wurden.

Es sind dies der Reihe nach folgende Punkte: 1. Petrographische Beschaffenheit des Flysches. 2. Seine Verbindung mit Eruptivgesteinen. 3. Fremde Blöcke und Klippen. 4. Sein Verhalten zu Fossilien. 5. Verbreitung und Lagerung.

1. Petrographische Beschaffenheit. Die erste auffallende Eigenthümlichkeit des Flysches äussert sich bereits in seiner petrographischen Beschaffenheit. Es besteht derselbe nämlich in einer typischen Ausbildungsweise ausschliesslich aus halbharten Mergeln und mannigfachen Sandsteinen, während

[1] Über denselben Gegenstand hat Abich vor Kurzem eine interessante Mittheilung in den Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt (1877, p. 29) veröffentlicht.

Anmerkung. Seit diese Zeilen niedergeschrieben wurden, erhielt ich durch die gütige Vermittelung desselben Verfassers Kenntniss von einer von ihm im Jahre 1867 in Tiflis veröffentlichten Publication (Abich, Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zwischen Kur und Araxes. Tiflis 1867), in welcher derselbe ausführlich die in den dortigen Gebirgssystemen in untrennbarer Verbindung mit mannigfachen Eruptivgesteinen in mächtiger Entwicklung auftretenden Flyschbildungen beschreibt, dieselben ausdrücklich mit den ganz analoge Verhältnisse zeigenden Flyschbildungen Italiens vergleicht, und schliesslich alle diese Flyschbildungen für Produkte eruptiver Vorgänge erklärt. — Ich muss gestehen, dass, wenn mir die Publication früher bekannt geworden wäre, ich wohl Anstand genommen hätte meine Arbeit in der vorliegenden Form zu publiciren.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

reine Kalkbildungen sowie alle Geschiebe und Geröllablagerungen vollkommen ausgeschlossen sind. Man kennt wohl auch andere weit verbreitete Sedimentbildungen, welche hauptsächlich aus Mergel und Sandsteinen bestehen, wie z. B. Subapenninbildung, die nordalpine Mollasse, die Gosaubildungen u. s. w. In allen diesen Ablagerungen trifft man jedoch neben Mergel und Sand auch Gerölle, Geschiebe und mannigfache Kalkbildungen. Von alledem ist im Flysche keine Spur, allenthalben, weit und breit besteht das Gebirge vielmehr in seiner ganzen Mächtigkeit ausschliesslich aus Mergel und Sandstein, deren Herkunft meist vollständig problematisch erscheint, so dass sie schon von diesem Standpunkte aus den Eindruck riesiger Schlammeruption machen. Die Mergel bilden theils dickere Bänke, theils zeigen sie eine mehr plattige oder schieferige Structur. Die Mergelbänke (Alberese, hydraulische Mergel) sind fast immer von einer Unzahl feiner Klüfte durchsetzt, welche senkrecht auf die Schichtflächen stehen, das scheinbar so solide Gestein ausserordentlich brüchig machen und zu der Entstehung der sogenannten „Ruinenmarmore" Veranlassung geben, welche fast in allen grösseren Flyschgebieten vorkommen, noch niemals aber in anderen Gebirgsbildungen angetroffen worden sind. Die schieferigen Abänderungen sind ebenfalls ausserordentlich brüchig und zerfallen sofort in eine Unzahl kleiner, halbharter Mergelsplitter, welche dort, wo sie als vorherrschende Gesteinsart auftreten, die berüchtigte *„Argille scagliose"* der Italiener bilden. Diese allgemeine Brüchigkeit des Flyschmergels, welche in gleicher Weise in keiner andern Formation vorkommt, lässt sich sehr ungezwungen als eine Contractionserscheinung auffassen, welche bei der Erhärtung des ursprünglich halbflüssigen Mergelbreies eintrat. Weichere oder plastische Mergel, wie sie sonst doch allenthalben in den Subapenninbildungen, in der Molasse, in den Eocän- und Gosaubildungen auftreten, kommen im Flysch niemals vor. Dieselben sind vielmehr immer spröde und brüchig.

Was die Sandsteine anbelangt, so ist an denselben auffallend, dass sie niemals das Phänomen der falschen Schichtung zeigen. Sie sind meist in Bänke gesondert, bisweilen aber auch mehr massig. Sehr häufig finden sich glaukonitische Abänderungen.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

In der Schweiz kommt in Verbindung mit dem Flysch ein sehr eigenthümlicher Sandstein vor, der den Namen „Taviglianazsandstein" führt und den Studer[1] folgendermassen beschreibt:

„An mehreren Punkten erscheint der Taviglianazsandstein so enge mit dem Flyschsandsteine verbunden, dass er als eine eigenthümliche Abänderung desselben betrachtet werden kann. Die Steinart zeigt sich gewöhnlich als ein kleinkörniger, wie halb verwittert aussehender Sandstein, dunkelgrün, mit hellgrünen oder grünlich-grauen, rundlichen Flecken, die oft auch vorwalten und zusammenfliessen. Meist sind kreideweisse Theilchen eingemengt, zuweilen mit Perlmutterglanz, zertrümmertem Feldspath oder Zeolith ähnlich, nicht selten Nadeln oder Theile von schwarzer Hornblende Die Kluftflächen sind öfters, wie die des Flyschsandsteines, mit wulstartigen Erhöhungen und einem firnissglänzenden, braunen Überzug, wie vom Glimmerschlamm bedeckt, auch wohl mit kleinen Kalkspathkrystallen bekleidet, oder mit flach anliegenden, in der Regel mehlicht verwitternden, dünnen Prismen und kurzstrahliger Aggregatur einer Zeolithart, wahrscheinlich Laumonit.

Die ganze Beschaffenheit des Steines erinnert an einen dioritischen Tuff.—In Savoien zeigt zich die Steinart auch im frischeren Zustande, als ein dunkelgrüner, bis grünlich schwarzer, sehr fester Sandstein, den man mit alpinischem Gault, oder mit Diorit verwechseln könnte.

Ebenso zweideutig, als die petrographischen Charaktere, sind die Lagerungsverhältnisse. Auf den Alpen von Sous la Sex im Ansteigen von Bex nach Anziendaz, erscheint die polyedrisch zerklüftete Steinart, wie eine plutonische Masse, welche in den Kalk von unten her eingedrungen wäre. Rückwärts von diesem Felsen liegt die Alp Tavayanaz oder Taviglianaz, 2060 M., von welcher das Gestein den Namen hat. Auch auf Oldenalp, 2225 M., in der östlichen Fortsetzung dieser Gebirge, tritt diese Felsart wie eine abnorme Bildung, buckelförmig aus dem Schiefer der Felswände hervor. Ebenso im Kandergrunde am Fusse des Mittagshorns. In anderen Gegenden ist dieselbe Steinart deutlich geschichtet und wechselt in mässig dicken Bänken mit Schiefer. So bereits in der Nähe des Kandergrundes, am Ostabfalle des Gevihorns, wo jedoch die ziemlich mächtigen Taviglianazbänke Anlage zu dickprismatischer Zerklüftung zeigen, und als liegende Trappbänke gedeutet werden könnten. In Uri und Glarus aber ist die Wechsellagerung mit Schiefer so allgemein, dass man jeden Gedanken an plutonische Verhältnisse aufgeben muss. An mehreren Punkten endlich beobachtet man allmälige Uebergänge des gewöhnlichen grauen Flysch- oder Nummulitensandsteines in geflecktes Taviglianazgestein. Die graue Farbe geht in braune, lauchgrüne und berggrüne über, die Festigkeit nimmt zu, die Ablösungen bedecken sich mit braunen Glimmerschlamm, es stellen sich krummschalige, oder rhom-

[1] L. c. pag. 113.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

boedrische Zerklüftungen ein, und unwillkürlich denkt man an Umwandlungsprocesse unter Einfluss höherer Temperatur. So zeigt sich uns der Taviglianazsandstein an der Dallefläche oberhalb Ralligen, so auch nicht selten in der inneren Schweiz.

Die Stellung der Steinart in der eocänen Lagerfolge ist keineswegs constant die nämliche. In Savoien sieht man sie wohl immer über dem Nummulitenkalk als eine Abänderung des Flyschsandsteines. In Uri und Glarus scheint sie mit den höheren Massen des Nummulitensandsteines in enger Verbindung zu stehen. Bei Rallingen tritt allerdings der Taviglianaz aus der Grundlage des Spatangenkalkes hervor, aber mit ihm auch der Flyschsandstein, der durch Übergänge mit ihm verbunden ist. Die Lagerung ist offenbar eine, durch Überschiebung, oder wie die der Voirons, durch Quetschung eines Gewölbes gestörte. In den westlichen Berneralpen lässt sich kaum bezweifeln, dass unsere Steinart dem tieferen Theile der Nummulitenbildung angehöre. So bereits am Gebirgsstock der Diablerets, auf Sous la Sex und Tavayannaz, so auf Olden und im Kandergrunde. Die Sandsteine aller Stufen der Eocänbildungen können daher mit den eigenthümlichen Charakteren des Taviglianazsandsteines auftreten."

Eruptionen fester Massen sind gegenwärtig fast ausnahmslos von der Exhalation gasiger Substanzen begleitet, u. zw. sind es bei den jetzigen Schlammvulkanen vorzugsweise Kohlenwasserstoffe und Schwefelwasserstoffe, welche in grosser Masse entbunden werden. Ganz analoge Erscheinungen scheinen nun auch bei der Entstehung der Flyschbildungen mitgewirkt zu haben. Das galizische Petroleum hat seinen Sitz ausschliesslich in der Formation des Karpathensandsteines und in den nördlichen Apenninen sind die so häufig vorkommenden Exhalationen von Kohlenwasserstoffen fast ausschliesslich auf das Gebiet der Flyschformation beschränkt.[1] Die *Argille scagliose* sind häufig derartig mit Gyps durchtränkt, dass sie eigentlich nur Gypsmergel darstellen, ja es kommen mitunter auch selbstständige Gypslager in ihnen vor.

Auch sonst erweisen sich die Flyschbildungen sehr häufig als die Stätten grosser chemischer Veränderungen, und sind z. B.

[1] Doderlein. Geolog. Karte der Umg. von Modena und Reggio. (Mem. Reg. Acad. Modena XII.)

Fouqué et Gorseix. Rechereches sur les sources de gaz inflammabiles des Apennins et des lagoni de la Toscane. (Annales des sciences géolog. II. 1870.)

Bianconi. Storia naturale dei terreni ardenti, dei vulcani fangosi, delle sorgenti inflammabili etc. Bologna 1840.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

die mannigfachsten Verquarzungen ganz allgemein in ihnen verbreitet.[1]

Zu den petrographischen Eigenthümlichkeiten des Flysches könnte man auch das häufige Vorkommen von Thongallen und mergeligen Schlieren, sowie auch jene auf den Schichtflächen der Flyschbänke so häufig vorkommenden kuchen- oder thanförmigen gewundenen Wulstigkeiten rechnen, welche ganz den Eindruck machen, als ob hier ein dicker Brei geflossen wäre, oder auch, als ob blasenförmige Auftreibungen stattgefunden hätten. Ebenso wäre es wohl auch noch zu erwägen, ob nicht ein Theil der für die Flyschbildungen so überaus charakteristischen „Hieroglyphen" sich in irgend einer Weise aus der eruptiven Natur des Flysches ableiten lassen könnte, und möchte ich hier namentlich auf diejenigen hinweisen, welche den Charakter von Spritzern haben.

2. Verbindung mit Eruptivgesteinen. Ein weiterer Umstand, welcher mir für die eruptive Natur des Flysches zu sprechen scheint, ist die bekannte Thatsache, dass der Flysch so häufig in innigster Verbindung und Wechsellagerung mit echten Eruptivgesteinen getroffen wird, die mannigfachsten und ganz allmäligen Übergänge in dieselben zeigt, und sich zu ihnen ganz wie eine dazu gehörige Tuffbildung verhält. In den Karpathen und nördlichen Alpen ist diese Erscheinung meines Wissens bisher allerdings noch nicht bekannt geworden, um so häufiger trifft man sie hingegen in Nord- und Mittelitalien, auf Elba und Corsica, in Griechenland, sowie überhaupt fast im ganzen Gebiete des östlichen Mittelmeerbeckens, u. zw. sind es hier hauptsächlich Serpentine und Gabbros, welche in Gesellschaft und innigster Verbindung mit den verschiedenen Gliedern der Flyschformation angetroffen werden. Die geologische Literatur Italiens wimmelt von kleineren und grösseren Arbeiten über diesen Gegenstand, und die italienischen Geologen sind überhaupt ganz einstimmig der Ansicht, dass zwischen den Flyschbildungen oder wenigstens den *Argille scagliose* und den Serpentinen irgend ein genetischer

[1] Siehe auch: D'Acchiardi Sulla conversione di una roccia argillosa in serpentino. (Bullet. Com. Geol. Italia, 1874, pag. 366.)

Sowie: Bianconi, Escursioni geologiche e mineralogiche nel territorio Porrettano, Bologna 1867, wo pag. 53 eine lange Reihe von Mineralien aus den *Argille scagliose* aufgezählt werden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Zusammenhang bestehen müsse. Die wichtigsten Erscheinungen, auf welche sie sich hiebei stützen, und welche in verschiedenen Modificationen immer wiederkehren, sind folgende:

a) Die Serpentine treten fast ausnahmslos im Gebiete des Flysches, namentlich in Gesellschaft der *Argille scagliose* auf.[1]

b) Der Serpentin wechsellagert mit normalen Flyschbildungen.[2]

c) Die Flyschmergel gehen durch verschiedene grüne und talkige Schiefer ganz allmälig in echten Serpentin über.[3]

d) Im Serpentin kommen häufig Brocken, Schollen und Nester von Flyschgestein eingeschlossen vor.[4]

e) Der Flysch enthält Schollen, Brocken und Nester von Serpentin, welche mitunter den Charakter eruptiver Breccien annehmen.[5]

Man kann die betreffenden Arbeiten der italienischen Geologen nicht durchgehen, ohne auf Schritt und Tritt an die meisterhaften Schilderungen erinnert zu werden, welche Richthofen[6] in einer bekannten Arbeit über die Geologie Südtirols von dem

[1] Siehe Doderlein, Geolog. Karte der Umgebung von Modena. (Mem. Reg. Acad. Medena XII, 1871.)

[2] Pareto. Cenni geognostichi sulla Corsica (Atti scienze. Ital. 1844, pag. 601).

De Stefani. Le rocce serpentinose della Garfagnana. (Boll. Com. Geol. Italia, 1876, Nr. 1 und 2.)

Hier ist wohl auch der Ort, auf die interessante Arbeit des Professor A. Koch: „Neue Beiträge zur Geologie der *Fruska Gora* in Ostslavonien" (Jahrb. Geol. Reichsanst. 1876, p. 1) hinzuweisen, aus welcher hervorgeht, dass in diesem Gebirgszuge ein mehrfacher Wechsel von Serpentinlagern mit Mergeln und Sandsteinen stattfindet, welche sich durch ihre Petrefactenführung als der Kreideformation angehörig erweisen. Es wird nach dieser Darstellung wohl Niemand mehr zweifeln können, dass es in der That Serpentine von cretacischem Alter gibt.

[3] Fuchs. Über die in Verbindung mit Flyschgesteinen und grünen Schiefern vorkommenden Serpentine bei Kumi auf Euboea. (Sitzbr. der Wiener Akad. 1876.)

[4] Bianconi. Storia naturale dei terreni ardenti, dei vulcani fangosi, delle sorgenti inflammabili etc. Bologna 1840.

[5] Gastaldi. Sugli elementi che compongono i conglomerati mioceni del Piemonte. (Mem. Real. Accad. Scienze. Tormine. II. Serie, XX, 1861.)

[6] Richthofen. Geognostische Beschreibung der Umgebung von Predazzo, St. Cassian und den Seisser Alpen in Süd-Tyrol. Gotha 1860.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

dortigen Porphyrgebiet gibt. Ganz so wie hier Porphyre und Porphyrtuffe in ganz allmäligen Übergängen und in innigster Verbindung mit verschiedenen rothen Mergeln, Sandsteinen und verrucanoartigen Bildungen auftreten und mit denselben zu einem untrennbaren Complexe verbunden sind, so ist dies in den nördlichen Apenninen mit den Gabbros, Serpentinen und den verschiedenen Gliedern der Flyschformation der Fall, ja wie um diesen Gedanken recht nahe zu legen, erscheinen in den Alpes maritimes und auf Elba den Flyschbildungen untergeordnet in der That auch Porphyre in Begleitung aller jener rothen Mergel, Sandsteine und verrucanoartigen Bildungen, wie sie Richthofen aus dem südlichen Tyrol beschreibt.[1]

Ganz analoge Bildungen sind nach Virlet in Morea und nach Abich in der kaukasischen Provinz sehr verbreitet, und nach Hochstetter kommen ganz ähnliche Flyschbildungen in Verbindung mit Eruptivgesteinen und Eruptivtuffen in weiter Verbreitung im Balkan, namentlich bei Aidos und Sophia vor.[2] Ich selbst habe vor Kurzem in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie ein ganz ähnliches Vorkommen von Kumi auf Euboea beschrieben, wo auf einem kleinen Raume zusammengedrängt, fast alle jene Fälle vorkommen, welche ich vorhin von der Verbindung von Flysch und Serpentin angeführt habe.[3] Besonders möchte ich hier noch auf jenen sonderbaren Fall aufmerksam machen, wo mitten in einem schlissigen und etwas schieferigen Serpentin rundliche, kuchenförmige Massen von Molasse auftreten, welche keineswegs die Natur von Bruchstücken haben, sondern vielmehr mit jenen abgerundeten Einschlüssen fremden

---

[1] Studer. Sur la constitution géologique de l'île d'Elbe. (Bul. Soc. géol. France. XII. pag. 279, 1841.)

Gastaldi. Studii geologici sulle Alpi occidentali. (Mem. del Com. geol. d'Italia I. 1871.)

Cocchi. Descrizione geologica dell' Isola d'Elba. (Mem. del Com. geol. d'Italia. I. 1871.)

[2] Hochstetter. Die geologischen Verhältnisse des östlichen Theiles der europäischen Türkei. (Jahrb. geol. Reichsanst. XX. 1870. pag. 365 und XXII. 1872. pag. 331.

[3] Fuchs. Über die in Verbindung mit Flyschgesteinen und grünen Schiefern vorkommenden Serpentine bei Kumi auf Euboea. (Sitzbr. Wiener Akad. 1876.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Materials verglichen werden müssen, welche sich so häufig in eruptiven Gesteinen finden, und für welche Reyer in seiner jüngst erschienenen schönen Arbeit über die Euganeen die Bezeichnung „Schlieren" in Anwendung gebracht hat.

3. Fremde Blöcke und Klippen. Eine der auffallendsten Eigenthümlichkeiten, welche die Flyschbildungen darbieten, ist das Vorkommen von fremden oder exotischen Blöcken, welche meist aus granitischen Gesteinen, seltener aus Serpentin, oder aus Kalk- und Sandsteinen bestehen, den Flyschbildungen entweder einzeln oder in grösserer Menge beisammen eingebettet sind, und deren Herkunft meistentheils vollständig räthselhaft erscheint. Auffallend ist es, dass diese Blöcke, welche oft wahrhaft riesige Dimensionen erreichen und meist noch vollständig eckig sind, fast niemals in den Sandsteinen, sondern fast ausnahmslos in den zartesten Mergeln des Flysches gefunden werden, der dann in der Umgebung desselben meistens in der wunderbarsten Weise geknickt, gefaltet und durcheinander gewunden erscheint. Es wurden diese Blöcke in letzter Zeit nach dem Vorgehen von Lyell, gewöhnlich für eine erratische Erscheinung gehalten und darauf hin vielfach Hypothesen über mehrfache, vordiluviale Eiszeiten gegründet. Ich kann mich jedoch dieser Anschauungsweise aus vielen Gründen nicht anschliessen, sondern nehme vielmehr an, dass diese Blöcke bei dem Empordringen der Flyschmasse aus der Tiefe mit heraufgebracht wurden, wie ja bekanntlich alle Eruptivmassen, so auch die Schlammvulkane bei Eruptionen fremde Gesteinschollen aus der Tiefe mitbringen, welche dann in ihnen eingebettet bleiben. Gegen die erratische Natur dieser Blöcke scheint mir vor allen Dingen der Umstand zu sprechen, dass es darnach vollständig unverständlich wäre, warum diese Blöcke stets nur im Flysche und niemals in den normalen Ablagerungen derselben Epoche vorkommen, wie sich denn auch die Spuren dieser supponirten älteren Eiszeiten überhaupt in viel allgemeinerer Verbreitung bemerkbar machen müssten, und unmöglich auf den Flysch beschränkt sein könnten.

Die Literatur über diese fremden Blöcke ist ausserordentlich gross, und namentlich kommen die Schweizer Geologen immer und immer auf dieses Thema zurück. Aber auch in den bayrischen Alpen wurden dieselben namentlich durch Gümbel, in

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

den österreichischen durch Hauer, in den schlesischen Karpathen durch Hohenegger, in Siebenbürgen neuerer Zeit durch Loczi[1] nachgewiesen, und man begegnet ihnen überhaupt fast überall, wo von den Flyschbildungen der Nordalpen oder des karpathischen Gebirgszuges die Rede ist. Merkwürdig ist es, dass in den Flyschbildungen Italiens, Griechenlands, sowie überhaupt des Mittelmeergebietes, die fremden Blöcke seltener zu sein, oder auch in manchen Gebieten vollständig zu fehlen scheinen, sowie es überhaupt den Anschein hat, dass das Auftreten von krystallinischen Eruptivgesteinen und von fremden Blöcken im Flysch in Beziehung auf die Häufigkeit des Vorkommens in umgekehrtem Verhältnisse zu einander stehen.[2]

Um einen näheren Einblick in den Charakter dieses merkwürdigen Phänomens zu geben, erlaube ich mir im Nachfolgenden aus der reichen Literatur über diesen Gegenstand einige Beschreibungen besonders prägnanter Vorkommnisse zu reproduciren.

(Studer. L. c. pag. 123.) Bei Sepey, wo die Flyschzone mit dem westlichen Ende der fünften Zone zusammentrifft, ist auf beiden Seiten der Grande Eau, und in dem tiefen Graben bei Aigremont, eine der wunderbarsten Gesteinsbildungen entblösst. Ein Conglomerat eckiger Blöcke, oft über 2 Meter gross, bestehend aus Protogin, Gneiss, Talkgesteinen, Quarz, von alpinischem Charakter wechselt in mächtigen Bänken mit glimmerigen, dickschieferigen Sandsteinen und Mergelschiefern, die als Steinart sich vom Flyschgestein nicht unterscheiden lassen. Ein Cement des Conglomerates ist selten zu erkennen; die Blöcke sind wie cyklopische Mauern dicht in einander gepresst, wo sie mehr auseinanderstehen ist Flyschsandstein eingedrungen. Das Vorkommen und die begleitenden Steinarten sprechen dafür, dieses Conglomerat dem Flysch beizuordnen; auch enthalten die Mergelschiefer deutliche Fucoiden, die vom *Chondrites intricatus* sich kaum unterscheiden lassen; zugleich aber schliessen sie in Schwefelkiess übergegangen, doch gut erhaltene, die Schieferung senkrecht durchsetzende

[1] Mittheilungen über die geologischen Ausflüge in das Hegyes Droesaer Gebirg. (Földtani Közlöny. 1876.)

[2] In neuester Zeit hat Bianconi eine Anhäufung von Blöcken von Serpentin, Euphodit und Gabbro beschrieben, welche bei Bisano südöstlich von Bologna den dortigen *Argille scagliose* eingebettet vorkommen und Anlass zu einem, freilich sehr rasch versiegenden, Kupferbergbau boten. (Considerazioni sul deposito di rame di Bisano. Scienza applicata. vol. I. Bologna 1876.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Belemniten ein, die bis jetzt in wahrem, über Nummulitenkalk liegenden Flysch nie gefunden worden sind."

Pag. 130. „Das Habkernthal ist die berühmte Lagerstätte rother, fremdartiger Granitblöcke, gleicher Art wie diejenige, die wir, von den Voirons her, stets als Begleiter des Flysches und mit Flyschbreccien, die rothen Feldsparth enthalten, verwachsen gefunden haben. Die Blöcke liegen meist entblösst im Thalgrunde, oder auf Terrassen der Thalwände, oft so dicht gedrängt, dass man mit jedem Schritt anstehendes Granitgebirge zu erreichen meint. Von gewöhnlichen erratischen Blöcken unterscheidet sie nicht nur die den Alpen ganz fremde Steinart, sondern auch die starke Abrundung, wie sie an Findlingen in dem Grade selten oder niemals vorkommt; viele Klafter im Durchmesser haltende Blöcke des härtesten Granites sind beinahe zu Kugeln abgeschliffen. Der grosse Block, auf einer Schutt-Terrasse gegenüber dem Dorfe, übertrifft auch an Grösse alle noch vorhandenen Findlinge. Murchison schätzt seinen Inhalt, wohl zu niedrig, auf 400 C. F.; er mag nahe an 500, das Achtfache des erratischen Blockes von Steinhof enthalten. So wie ich früher den Stammort dieser Blöcke im Traubachgraben, in einem offenbar zur Flyschformation gehörenden Conglomerate hausgrosser Elemente gefunden habe, so hat später Rütimeyr am Ursprung des Lammbachgrabens, auf der Nordseite des Bohleck, einen zweiten Stammort entdeckt, wo die Einlagerungen der Blöcke in den Flysch, wie es scheint, noch überzeugender an den Tag tritt. Es drängen die Blöcke von allen Seiten her sich um die Bohleck herum zusammen, als ob in diesem ganz bewachsenen Gipfel der Granitfels zu suchen wäre, dessen Trümmer wir nun im Flysch eingebacken finden. Mit einer so einfachen Erklärung verträgt sich aber weder die grosse Abrundung der Blöcke, noch die Beschaffenheit der die Granite begleitenden Steinarten. An mehreren Stellen, besonders an der Südseite des Bohleck, werden die Blöcke von einem dunkelgrünen, schuppigkörnigem Mineral begleitet, das beinahe an Serpentin erinnert. Die Analogie dieses Vorkommens fremdartiger Blöcke mit demjenigen der mineralogisch identischen Granite, die am N.-Fusse des Apennin aus dem Macigno hervorgestossen worden sind, wird hiedurch noch vermehrt."

(Kaufmann. Über die Granite von Habkern. Verhandl. der Geol. Reichsanstalt, 1871, pag. 265.) „Man muss vom Bachbette an etwa 30 Fuss hoch über eine steile Schutthalde ansteigen, erreicht nun anstehenden, schwärzlichen Flyschschiefer von südöstlichem Einfallen und sieht darin eine Menge eckiger Stücke dicht gedrängt, wie eingepfercht, theilweise in schichtenartiger Anordnung. Die Stücke sind meist eckig, nussgross, faustgross, kopfgross, bilden zum Theile auch lagenhafte Bänke von ½ bis 1½ Fuss Mächtigkeit. Es sind theils fertige Granite,[1] theils granitische Breccien

[1] Kaufmann hält nämlich an der zuerst von Murchison aufgestellten Ansicht fest, dass die Granite des Flysch durch eine Metamorphose desselben gebildet wurden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

theils Conglomerate, theils grüne, compacte Gesteine, die zwischen Taviglianazsandstein und Spilit zu schwanken scheinen. Fast allenthalben, wo man anschlagen mag, treten dem Beobachter die Zeichen der granitischen Metamorphose entgegen. An einem und demselben Stücke gewahrt man alle Übergänge vom Granit zur Breccie oder vom Granit zum grünen Gestein."

„Dieser vorläufigen Mittheilung kann ich noch beifügen, dass Granite und Granitbreccien noch an mehreren anderen Stellen dieser Gegend im Flysch vorkommen, aber merkwürdiger Weise bis jetzt stets nur angetroffen wurden im schwärzlichen, wildgelagerten, oft wellig gewundenen, vielfach zerklüfteten und gequetschten weichen Schiefer, was die Vermuthung erweckt, dass dieses Muttergestein das Material zur granitogenen Infiltration hergebe, dieser molecularen Massenbewegung aber auch seine starken Lagerungsstörungen zu verdanken habe."

„Dass die Granitblöcke des Habkernthales durch starke Abrundung sich auszeichnen, wie gesagt wird, kann hauptsächlich nur von solchen gelten, die in den Bachbetten als Geschiebe liegen. Weitaus die meisten Blöcke sind scharfkantig. So trifft man im Hinaufgehen von Habkern (Schwändi) nach Lombachalp eine zahllose Menge eckiger Blöcke, gross und klein, meist an der Oberfläche liegend, theils aber auch im Diluvialschutt steckend, der hier eine bedeutende Mächtigkeit und Ausbreitung erlangt und nur solches Material enthält, wie es in der nächsten Umgebung anstehend vorkommt, namentlich sehr viel Flysch. Auch der berühmteste aller erratischen Blöcke, der rothe Habkerngranit auf dem Lugiboden, ist eckig."

Eine mit den fremden Blöcken sehr nahe verwandte Erscheinung scheinen mir die in der karpathischen Flyschzone auftretenden sogenannten Klippenzüge zu bilden, ein dem Flysche durchaus eigenthümliches Vorkommen, welches bereits vor langer Zeit die Aufmerksamkeit der österreichischen Geologen anregte und den Gegenstand zahlreicher Untersuchungen und Discussionen bildete, ohne bisher zu einem eigentlichen allgemein befriedigenden Abschluss gebracht worden zu sein. Das Wesen dieser Erscheinung besteht darin, dass in den Nordkarpathen mitten aus den Flyschbildungen lange Züge von kleinen und grösseren Kalkfelsen aufragen, welche ganz das Ansehen eines älteren, gleichsam versunkenen Gebirgszuges darbieten, dessen zerrissene Gipfel klippenartig aus der allgemeinen Flyschmasse auftauchen. Indem man nun auch anfangs von dieser Voraussetzung ausging, war man daher nicht wenig überrascht und erstaunt, als sich bei näherer Untersuchung herausstellte, dass die meisten der vermeintlichen Klippen keineswegs Theile eines zusammenhängenden Gebirgszuges, sondern nur isolirte Blöcke sind, welche vollkom-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

men frei in den zarten Flyschmergeln eingebettet liegen, die in ihrer Umgebung stets in der wunderbarsten Weise geknickt, gefaltet und durch einander gewunden erscheinen.

Die Auffassung dieser Erscheinung ging nun bei den verschiedenen Autoren ziemlich weit auseinander.

Stache hält für die grösseren Klippen die ursprüngliche Anschauung fest, und sieht in den isolirten Partien, den sogenannten „Blockklippen" nichts anderes als Fragmente, welche durch die Brandung von den eigentlichen Klippen losgelöst und in die damaligen Meeressedimente (den Flyschmergel) abgesetzt wurden.[1]

Neumayr hingegen[2] stellt sich die Sache so vor, dass hier ursprünglich im Liegenden des Flysches ein normales Schichtungssystem harter Kalksteine vorhanden gewesen sei. Als nun später das ganze Gebirg durch einen gewaltigen Seitendruck in Falten zusammengeschoben wurde, wären die spröderen Kalksteinschichten anstatt sich regelmässig zu falten, in einzelne Fragmente zerbrochen, und die einzelnen Bruchstücke in die nachgiebigeren Flyschmassen hineingepresst worden.

Er spricht sich über diesen Punkt, l. c. pag. 529, folgendermassen aus: „Die Definition der karparthischen Klippen lässt sich nach dieser Erklärung ihrer Bildung etwa folgendermassen formuliren: die karpathischen Klippen sind Trümmer und Reste eines geborstenen Gewölbes, welche als Blöcke oder Schichtenköpfe von Schollen und anstehenden Schichtmassen in jüngere Gesteine, von welchen sie überwölbt werden, in discordanter Lagerung hinein- oder durch dieselben hindurchgepresst worden sind."

Ich muss gestehen, dass mir keine dieser Anschauungen den thatsächlichen Verhältnissen zu entsprechen scheint, dass ich vielmehr in den Klippen, in soweit sie Blockklippen sind, nichts anderes als die bekannte Erscheinung der fremden Blöcke zu sehen im Stande bin, welche ja so häufig in den Flyschbildungen vorkommt und hier nur in aussergewöhnlichem Masstabe entwickelt ist.

---

[1] Die geologischen Verhältnisse der Umgebungen von Unghvár in Ungarn. (Jahresb. Geolog. Reichsanst. 1871, pag. 379.)

[2] Jurastudien, 3. Folge. Der penninische Klippenzug. (Jahrb. Geol. Reichsanstalt 1871, pag. 451.)

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Würden die Blockklippen in der That, wie Stache annimmt, Producte der Brandung sein, so müssten ja dort, wo die grossen Blöcke liegen, auch um so leichter kleinere Fragmente hingekommen sein oder mit anderen Worten, es müsste sich eine Breccie oder ein Conglomerat gebildet haben, welches einzelne grössere Schollen und Blöcke einschlösse; vollkommen unverständlich würde es aber sein, wie auf eine Entfernung von vielen Meilen lauter einzelne, riesige, eckige Blöcke mitten in zarten Mergelschiefer hineingerathen sein sollten, ohne dass sich daneben eine Spur einer Breccien- oder Conglomeratbildung zeigt.

Was die von Neumayr vertretene Anschauungsweise anbelangt, so scheint mir auch diese an mehreren schweren Unwahrscheinlichkeiten zu leiden.

Vor allen Dingen müsste man doch glauben, dass, wenn die Klippenbildung wirklich nur auf dem Gegensatze von hartem und weichem Gestein, so wie auf einer intensiven Faltenbildung beruhen würde, man dieses Phänomen doch auch sonst sehr häufig antreffen müsste, da diese Bedingungen sich doch sehr häufig vereinigen. Neumayr scheint das Gewicht dieses Umstandes sehr wohl empfunden zu haben, da er dieses Bedenken selbst ausspricht, und für die karpathischen Verhältnisse noch einige secundäre, begünstigende Umstände geltend zu machen sucht, die mir indessen ebenfalls keineswegs ausreichend zu sein scheinen.

Ferner muss man bedenken, dass ja auch sonst Faltungen in harten, spröden Kalksteinen sehr häufig vorkommen, u. zw. Faltungen jeden Grades, von flachen, wellenförmigen Undulirungen angefangen, bis zu kurzen, scharfen Knickungen, ohne dass man dabei eine allgemeine Zertrümmerung des Gesteines beobachten würde. Würde man sich indessen eine solche unter besonderen Umständen auch als möglich denken, so könnte auf diesem Wege im äussersten Falle doch nur ein breccienartiger Trümmerwall nach Analogie eines aufgethürmten Eisstosses entstehen; vollkommen unverständlich scheint es mir jedoch, wie auf diese Art der Fall eintreten könnte, dass längs gewisser Linien die verschiedenartigsten Blöcke im regellosesten Durcheinander jeder für sich vollständig isolirt, in weiche Mergelschiefermassen eingebettet werden könne, wie dies der allgemeine und herrschende Charakter der sogenannten Klippen ist.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

4. Fossilien. Nicht minder abweichend als wie die bisher geschilderten Eigenthümlichkeiten des Flysches und einzig in seiner Art ist sein Verhalten zu den Fossilien. Allenthalben, wo überhaupt Flysch vorkommt, enthält er in unglaublicher Menge und wunderbar schöner Erhaltung Fucoiden,[1] so wie jene eigenthümlichen, hieroglyphischen Zeichnungen, welche wohl mit Recht zum grössten Theile als Annelidenfährten aufgefasst werden.

Wenn nun diese Vorkommnisse beweisen, dass sich im Flysche auch sehr zarte Organismen und Gebilde sehr gut erhalten konnten, so wird es doppelt räthselhaft, warum andere Thiere so vollständig mangeln. Es gibt allerdings Punkte, wo auch im Flysche Reste von anderen Thieren gefunden werden, doch sind dies entweder schwimmende Thiere wie Fische und Cephalopoden oder die Reste treten nur ganz isolirt wie fremde oder erratische Körper in ihm auf, wie die beiden Inoceramen aus dem Flysche des Kahlenberges, der von Capellini im Flysche der Apenninen gefundene Hippurit u. dgl. mehr.

Bänke und Lager von Bivalven, Brachiopoden, Bryozoen, Korallen u. dgl., welche beweisen würden, dass hier an Ort und Stelle durch längere Zeit eine Ansiedlung von Thieren bestanden habe, fehlen vollständig und sind noch niemals im Flysche nachgewiesen worden.

Es wird diese Erscheinung nur um so räthselhafter, wenn man bedenkt, dass oft in ganz geringer Entfernung von Flyschbildungen vollkommen gleichaltrige Ablagerungen gefunden werden, welche eine reiche fossile Fauna enthalten.

Betrachtet man die Sache jedoch von dem in vorliegender Arbeit vertretenen Standpunkte, so bietet sich eine sehr einfache

---

[1] Ich möchte hier auch noch auf die eigenthümliche Erhaltungsweise hinweisen, welche die Fucoiden überall im Flysche zeigen, und welche vollständig von denjenigen abweicht, welche man sonst in gewöhnlichen sedimentären Bildungen antrifft. Die Fucoiden erscheinen nämlich nicht auf den Schieferungsflächen in gewissermassen gepresstem Zustande, sondern sie haben ihre ursprüngliche Stellung und Ausbreitung nach allen Dimensionen erhalten, und durchwachsen gleichsam die Flyschmergel senkrecht auf die Schichtungsfläche wie körperliche Dendriten. Es macht dies ganz den Eindruck, als ob Algenrasen mit einem Male von einem flüssigen Breie umflossen und in ihm eingebettet worden wären.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Lösung des Problems dar. Es ist nämlich von den Schlammvulkanen her bekannt, dass eruptive Massen fast stets von übelriechenden, flüssigen und gasigen Stoffen begleitet werden, welche den meisten Thieren widerwärtig sind, während es sich leicht denken lässt, dass Algen und Würmer gegen diese Einflüsse weniger empfindlich sind und dort noch freudig prosperiren, wo sich alles andere Leben scheu zurückgezogen.[1]

5. Verbreitung und Lagerung. Von ganz besonders einschneidender, ja geradezu massgebender Bedeutung zur Entscheidung der in Rede stehenden Frage muss wohl Alles sein, was sich auf Verbreitung und Lagerungsverhältnisse der Flyschformation bezieht. Glücklicherweise sind es aber auch gerade diese Momente, welche mir am entschiedensten und unzweideutigsten für die hier vertretenen Anschauungen der eruptiven Natur des Flysches zu sprechen schienen.

Vor allen Dingen muss hervorgehoben werden, dass der Flysch vollständig selbstständig auftritt, ohne irgendwelche bestimmte Beziehungen zu benachbarten älteren Gesteinen erkennen zu lassen.

Wenn man die ungeheure Entwickelung des Flysches in den Karpathen und Apenninen ins Auge fasst, so wäre man in der That in der grössten Verlegenheit, wenn man sich die Frage vorlegen wollte, woher denn diese ungeheuere Masse von Detritus gekommen sei, wenn der Flysch wirklich nur nach Art der Molasse oder der Subapenninenformation als ein mechanisches Meeressediment aufgefasst werden sollte.

In den Nordalpen, in Istrien und Dalmatien liegt der Flysch meist auf Kalkstein. (Nummuliten- oder Hippuritenkalk.) In Calabrien, Sizilien und Corsica hingegen auf Granit und anderem krystallinischen Urgestein. In beiden Fällen zeigt jedoch der Flysch genau dieselbe Beschaffenheit und übt der anstehende Kalk oder Granit nicht den mindesten Einfluss auf seine petrographische Zusammensetzung aus.

---

[1] Eine ähnliche Ansicht wurde bereits von Gümbel in seiner „Geologie des Bayrischen Alpengebirges“ ausgesprochen, indem auch er die Fossilienarmuth des Flysches auf Exhalationen schädlicher Substanzen zurückführt.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Des Weiteren muss hier noch einmal hervorgehoben werden, dass sehr häufig unmittelbar an Flyschgebiete angrenzend, ganz gleichzeitige Ablagerungen vorkommen, welche sich in jeder Beziehung vollständig wie ein normales Sediment verhalten und keine Spur von Flyschmaterial erkennen lassen.

Die mächtigen Flyschbildungen, welche den grössten Theil der nördlichen Apenninen zusammensetzen, sind bekanntlich theils cretaischen, theils eocänen Alters. Das unmittelbar in Süden angrenzende Kalkplateau der Terra d' Otranto gehört ebenfalls zum Theile der Kreide und zum Theile dem Eocän an; während wir aber dort eben den Flysch mit allen seinen charakteristischen Eigenthümlichkeiten haben, sehen wir hier ein ganz gewöhnliches Kalkplateau mit zahlreichen Fossilien ohne irgend eine Spur abnormer Erscheinungen.

In Istrien wird das Nummulitengebirge von mächtigen Flyschmassen bedeckt, welche angenommener Massen das obere Eocän repräsentiren. In den benachbarten vicentinischen Gebirgen sind jedoch alle Tertiärhorizonte, vom tiefsten Eocän bis zum Badner-Tegel in ununterbrochener Reihenfolge mit grossem Fossilienreichthum entwickelt, ohne dass irgendwo eine Spur von wirklicher Flyschbildung bemerkbar werden würde.

Der Flysch am Nordrande der Alpen gehört ebenfalls theils der Kreide, theils dem Eocän an und doch trifft man allenthalben etwas weiter im Gebirge hinein, aber doch in unmittelbarer Nähe, Kreide- und Eocänbildungen jeglichen Alters in vollkommen normaler Ausbildung und mit grossem Fossilienreichthum, ohne dass man irgendwo Übergänge oder Zwischenformen zwischen diesen beiden Arten des Auftretens bemerken könnte.

Am allerauffallendsten verhält sich jedoch die Sache in den Karpathen. Hier treten sämmtliche Kreide- und Eocänbildungen in zweierlei Ausbildungsweisen auf. Einmal in normaler Sedimentform, mit zahlreichen Fossilien, mantelförmig die älteren Gebirgskerne umschliessend, und das zweitemal in der Flyschform, ohne jegliche erkennbare Beziehungen zu den älteren Bestandtheilen des Gebirges in vollkommen selbstständiger Weise den grössten Theil der Karpathen zusammensetzend.

Nicht minder abnorm als die Verbreitungsweise gestalten sich auch die Lagerungsverhältnisse des Flysches. Wer die geologischen

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Verhältnisse der nördlichen Kalkalpen kennt, der weiss doch was Faltungen, Verwerfungen und Verschiebungen in einem Gebirge zu bedeuten haben. Alle Fachleute stimmen jedoch darin überein, dass alle diese Störungserscheinungen geradezu unbedeutend sind im Verhältnisse zu denjenigen, welche der Flysch darbietet. In der That, so wie man das Gebiet des Flysches betritt, geht der Massstab, mit dem man in normalen secundären Formationen die Störungen des Gebirgsbaues zu erfassen gewohnt war, vollständig verloren und das ganze Gebirge erscheint wie durch eine innere in seiner eigenen Masse liegende Kraft oft bis in seine kleinsten Theile hinein in einer Weise gefaltet, gebogen, geknickt und durch einander gewunden, wie man dies wohl sehr häufig bei Gneissen und Glimmerschiefern, so wie überhaupt bei krystallinischen Phylliten, niemals aber bei normalen Sedimentgesteinen antrifft.

Indem ich nun im Vorhergehenden bemüht war, jenen Complex von Eigenthümlichkeiten hervorzuheben, durch die sich die Flyschbildungen von normalen Sedimentgesteinen unterscheiden und gewissermassen als eine abnorme Gesteinsbildung documentiren, muss ich wohl zur Vermeidung von Missverständnissen schliesslich noch ausdrücklich bemerken, dass ich hiebei ausschliesslich den Flysch in seiner typischen Entwicklung vor Augen hatte und dass ich sehr wohl weiss, dass sich dieselbe nicht unter allen Umständen in jener absoluten Weise ausdrückt, als es nach meiner Darstellung vielleicht den Anschein haben sollte.

Vor allen Dingen möchte ich hier auf die östlichen Karpathen als auf ein Gebiet hinweisen, in welchem die Eigenthümlichkeiten des Flysches vielleicht am meisten verwischt sind, indem hier nicht nur stellenweise in ziemlicher Entwickelung normale Geröllbildungen in ihm auftreten, sondern die jüngsten Glieder der Formation, die sogenannten Magurasandsteine, auch überhaupt bereits vollständig den Charakter einer normalen, sedimentären Sandsteinbildung an sich tragen. — Ich glaube jedoch nicht, dass diese, so wie ähnliche Erscheinungen, welche sich in kleinerem Masstabe hie und da auch in anderen Flyschgebieten zeigen, die im Vorhergehenden vertretene Ansicht von der eruptiven Natur des Flysches alteriren können.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

Es ist bereits von vorne herein anzunehmen, dass die Eruptionen von Schlamm und Sand vielfach an Stellen erfolgen werden, wo gleichzeitig auch normale Sedimentbildungen im Gange sind und es ist alsdann nur eine nothwendige Folge davon, dass diese beiden Bildungen sich in der mannigfachsten Weise durchdringen werden. Andererseits ist es ja auch möglich, dass das durch Eruption heraufbeförderte Material hinterher durch die Wirkung des bewegten Meeres eine theilweise Umlagerung und Mengung mit gewöhnlichem mechanischem Landdetritus erleidet.

Ähnliche Vorkommnisse sind ja auch bei den Tuffbildungen anderer unzweifelhafter Eruptivgesteine, wie der Porphyre, Melaphyre, Trachyte und Basalte, eine sehr gewöhnliche und allbekannte Erscheinung, indem ja auch hier sehr häufig unmöglich ist zu unterscheiden, ob man es noch mit einem Tuffe oder bereits mit einem gewöhnlichen mechanischen Sedimente zu thun habe. In unserem Falle muss aber diese Schwierigkeit noch um so grösser sein, als ja hier das eruptive Material von vorne herein eine viel grössere Ähnlichkeit mit gewöhnlichem Verwitterungs-Detritus besitzt.

Zum Schlusse gebe ich noch eine übersichtliche Zusammenfassung derjenigen Thatsachen, welche mir bei der Beurtheilung der vorliegenden Frage die ausschlaggebenden zu sein scheinen:

1. Die Materialien, welche den Flysch in seiner typischen Ausbildung zusammensetzen, sind ausschliesslich solche, wie sie noch heute aus Schlammvulkanen ergossen werden, d. i. ein zarter, homogener Mergel, welcher seinem ganzen Aussehen nach auf einen ehemals breiartigen Zustand hinweist, so wie in untergeordneter Weise verschiedenartige Sande, während alle reineren Kalkbildungen, so wie normale Conglomerate, vollständig fehlen.

2. Die Mergeln des Flysches zeigen ein von den gewöhnlichen, sedimentären Mergeln ganz verschiedenes Aussehen. Sie bilden entweder dickere Bänke, welche senkrecht auf ihre Schichtungsfläche von unzähligen feinen Rissen und Spalten durchsetzt sind (Alberese, Ruinenmarmor) oder aber sie sind mehr schieferig und zerfallen dann in lauter kleine, eckige Bruch-

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

stückchen. *(Argille scagliose.)* Beide Erscheinungen lassen sich am einfachsten als Contractionserscheinungen bei dem Übergang aus dem breiartigen in den festen Zustand erklären.

3. Die Mergeln des Flysches sind sehr häufig von Petroleum und Gyps durchtränkt, von denen ersteres ganz allgemein dem eruptiven Materiale der Schlammvulkane beigemengt ist, während letzterer sich durch die Zersetzung des gleichzeitig exhalirten Schwefelwasserstoffes secundär bildet. Ebenso kommen im Flysche sehr gewöhnlich Verquarzungen (Jaspis) so wie Umwandlungen in Spath- und Brauneisenstein vor, welche Erscheinungen ebenfalls auf die Wirkung von Mineralquellen hinweisen.

4. Die Flyschbänke zeigen an ihrer Oberfläche häufig kuchen- oder thauförmige, gewundene Unebenheiten, welche den Eindruck eines dicken, geflossenen Breies machen.

5. Der Flysch kommt sehr häufig in Verbindung mit Eruptivgesteinen, namentlich mit Gabbro und Serpentinen vor und verhält sich zu denselben wie eine dazu gehörige Tuffbildung.

6. Die Flyschmergeln enthalten sehr häufig mannigfache fremde Blöcke, welche meist noch vollständig eckig sind, mitunter bedeutende Dimensionen erreichen. Die auf die Flyschbildungen der Karpathen beschränkte Erscheinung der sogenannten „Klippen" scheint nichts als ein besonderes Vorkommen von „fremden Blöcken" in riesigen Dimensionen zu sein.

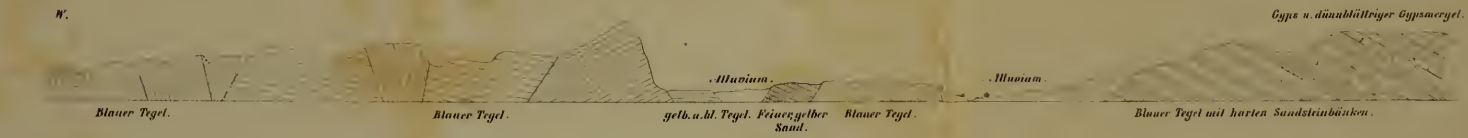
7. Die Flyschbildungen sind ausserordentlich arm an Versteinerungen. Mit Ausnahme der allgemein verbreiteten Fucoiden und Annelidenspuren, kommen in grösserer Menge nur an einzelnen Punkten die Reste von schwimmenden Thieren (Fischen und Cephalopoden) vor. Alle anderen Vorkommnisse haben einen ganz sporadischen Charakter.

8. Im Flysche sind noch niemals Kohlenflötze gefunden worden.

9. Die Flyschbildungen sind an keinen bestimmten geologischen Zeitabschnitt gebunden, sondern finden sich in ganz gleichbleibender Ausbildung von der älteren Kreideformation angefangen bis ins Oligocän.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum

10. Das Auftreten der Flyschbildungen ist ein räumlich beschränktes und finden sich oft in unmittelbarer Nähe desselben Ablagerungen desselben Alters, welche reichlich Fossilien führen und auch sonst ein vollständig normales Ansehen besitzen.

11. Die Flyschbildungen zeigen überall ausserordentlich gestörte Lagerungsverhältnisse und namentlich erscheinen sie oft bis ins Kleinste hinein gefaltet, geknickt und durch einander gewunden.

Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum